



SITOWISE

Käyttöympäristön vaikutus geosynteettien kestävyyteen

SAARA PERIKANGAS

Sisältö

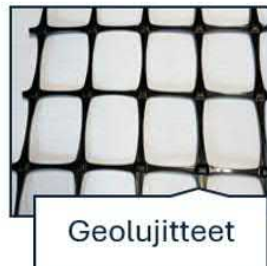
- Geosynteettiset tuotteet ja niiden valmistus
- Geosynteettisten tuotteiden ikääntymismekanismit
- Käyttökohteiden kuormitus
- Geosynteettisten tuotteiden päästöt
- Kyselytutkimuksen tuloksia
- Yhteenveto



Geosynteettiset tuotteet

Geosynteettisten tuotteiden päätoiminnot ovat:

- Erottaminen
- Suodattaminen
- Lujittaminen
- Kuivattaminen
- Paikallaan pitäminen
- Suojaaminen
- Vedeneristäminen
- eroosiosuojaaminen



Geosynteettiset tuotteet

- Valmistetaan usein synteettisistä materiaaleista
- Polymeerien kemiallinen koostumus vaikuttaa tuotteen ominaisuuksiin
 - molekyylipaino, kiteisyys ja molekyylien väliset sidokset
- Luonnonkuiduista valmistetut tuotteet valmistetaan juutista, pellavasta, hampusta, kookoskuidusta tai sisalista.
- Bentoniittimattojen bentoniitti luonnonsavea

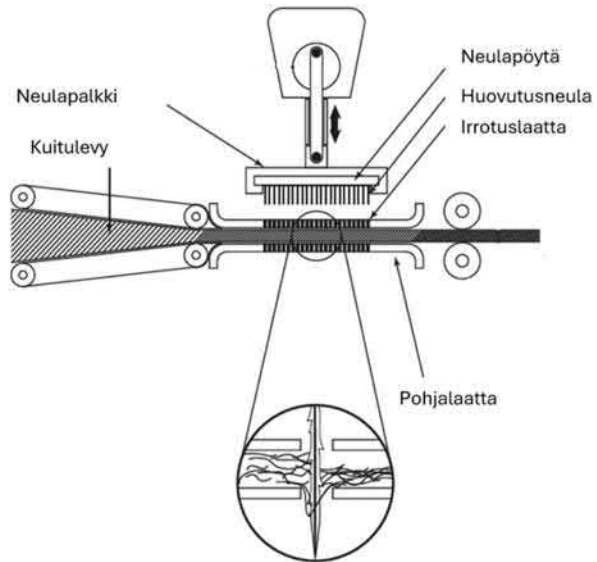


Geosynteettisten tuotteiden valmistus

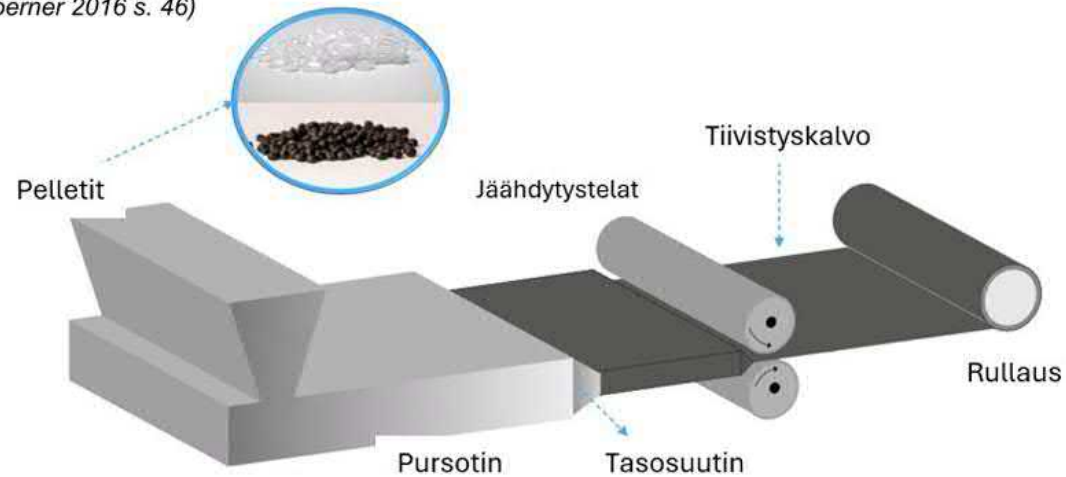
- Valmistetaan muovipelleteistä tai polymeerikuiduista
- Pellettejä käytetään kalvojen, salaojamattojen ja geoverkkojen valmistukseen
- Polymeerikuidusta valmistetaan geotekstiileitä
- Valmistusmenetelmiä:
 - pursotus (tiivistyskalvot ja geoverkot)
 - kudonta ja neulasidonta (tekstiilit)
 - stanssaus ja hitsaus (lujiteverkot ja geokennot)



Valmistusmenetelmiä



Kuva 12. Periaatekuva neulasidonnasta. Muokattu lähteestä (Koerner 2016 s. 46)



Kuva 9. Periaatekuva tasokalvomenetelmästä. Muokattu lähteestä (IGS 2021)

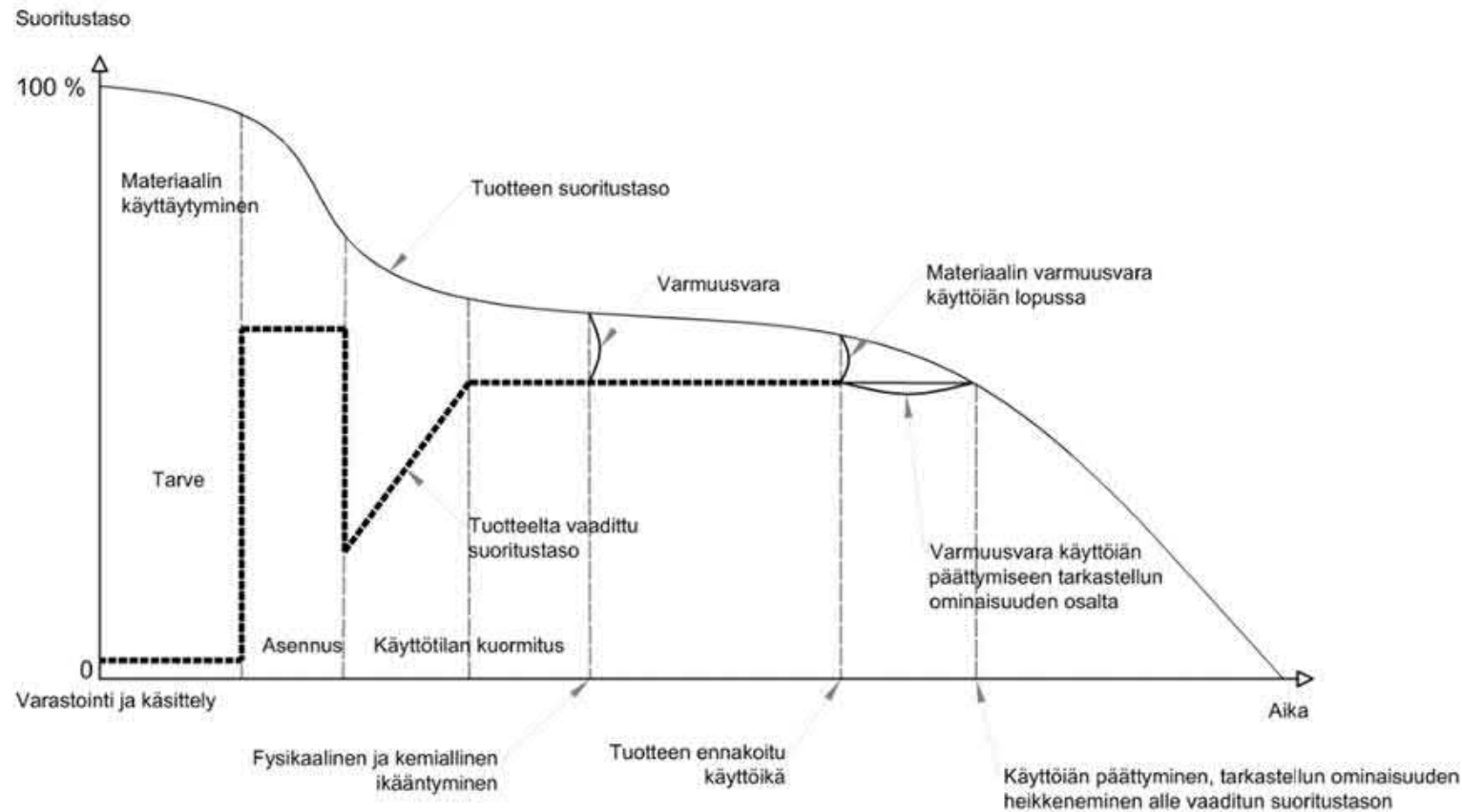


Geosynteettien ikäntymismekanismit

- UV-säteilyn aiheuttama ikääntyminen
- Hapettuminen
 - Pääasiallinen ikääntymismekanismi polyeteenillä ja polypropeenilla
- Hydrolyysi
 - Pääasiallinen ikääntymismekanismi polyesterille ja polyamidille
- Kemiallinen ikääntyminen
- Biologinen ikääntyminen (ei yleensä merkittävää)
- Lämpötilan aiheuttama ikääntyminen



Käyttökohteiden kuormitus



Kuva 21. Geosynteettisen tuotteen suoritusaste ja siltä vaadittu suoritusaste. Muokattu lähteestä (CR ISO 13434 1998)

UV-säteily

- Merkittävä vaurioitumismekanismi kaikille polymeereille
- UV-kestävyyttä voidaan parantaa UV-stabilointiaineilla ja antioksidanteilla
 - Esim. hiilimusta
- Esim. allasrakenteissa peittämättömänä geosyntetti altistuu UV-säteilylle
- Varastoinnin aikana säilytettävä valolta suojaavassa pakkauksessa
- Asentamisen jälkeen tuote peitettävä



Happamuus ja alkalisuus

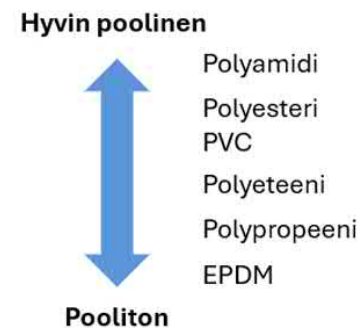
- Poikkeavat pH-olosuhteet voivat vaurioittaa polymeerejä
 - Polyesteriä ei voi käyttää emäksisessä ympäristössä
- pH vaikuttaa bentoniitin paisumiskykyyn
- Poikkeavat pH-olosuhteet: uusiomaamateriaalit, luonnollisesti happamat maat, pilaantuneet maat, suotovedet

$$pH = -\log [H_3O^+]$$



Kemiallinen kuormitus

- Poolittomat ja pooliset yhdisteet
- Epäorgaaniset yhdisteet
 - Suodatinkankaiden ja salaojamattojen tukkeutuminen: Ca, Mg, Fe
- Bentoniitti: ioninvaihto
 - Cl, Mg, Ca, Na suolat
 - Vedenläpäisevyys kasvaa



Kuva 24. Eri polymeerien poolisuus. Muokattu lähteestä (McKeen 2017 s. 4)

Lämpötila

- Korkea lämpötila kiihdyttää kaikkia polymeerien vaurioitumismekanismeja
- Käyttöiän ennuste lyhyempi korkeissa lämpötiloissa
- Lämpölaajeneminen asentamisen aikana
- Kylmä lämpötila aiheuttaa polymeerien haurastumista

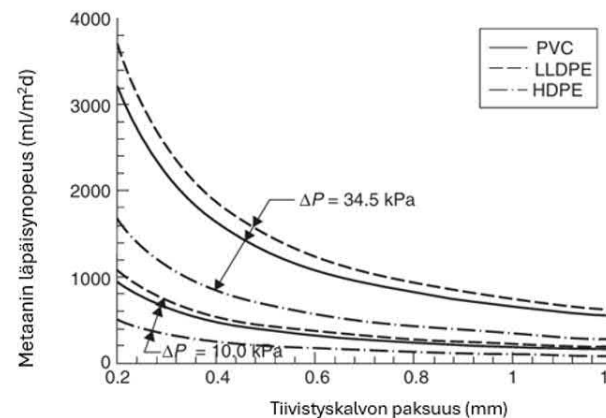
Taulukko 2. HDPE:n käyttöiän ennuste eri lämpötiloissa. (Koerner et al. 2011 s. 8)

Käyttölämpötila (°C)	Vaihe A	Vaihe B	Vaihe C	Käyttöiän kokonaisennuste
0	208	30	208	446
25	140	25	100	265
30	97	20	49	166
35	66	15	25	106
40	46	10	13	69



Kaasut

- Tiivistyskalvoissa "valaiden" muodostuminen, jos kaasua pääsee muodostumaan kalvon alle
- Kaasujen kulkeutuminen kalvojen läpi diffuusion avulla
 - Tiivistyskalvon materiaali, paksuus ja haitta-aineen ominaisuudet vaikuttaa



Kuva 26. Metaanin diffuusio eripaksuisten kalvojen läpi. Muokattu lähteestä (Stark & Choi 2005)

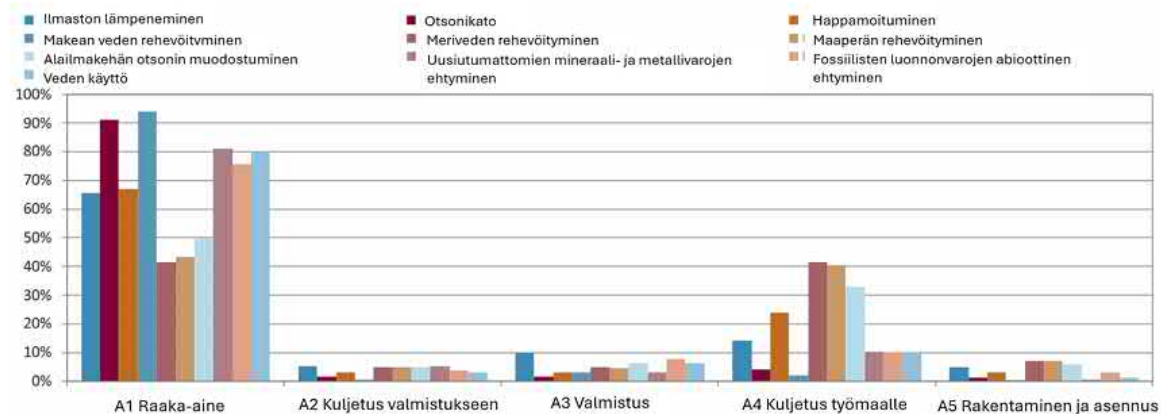
Mekaaninen kuormitus

- Asentamisen aikainen huolimaton tai virheellinen käsittely
 - Tarpeeksi paksu suojakerros suojaa tuotetta
- Staattinen kuorma
- Pohjamaan epätasaiset painumat



Geosynteettisten tuotteiden päästöt

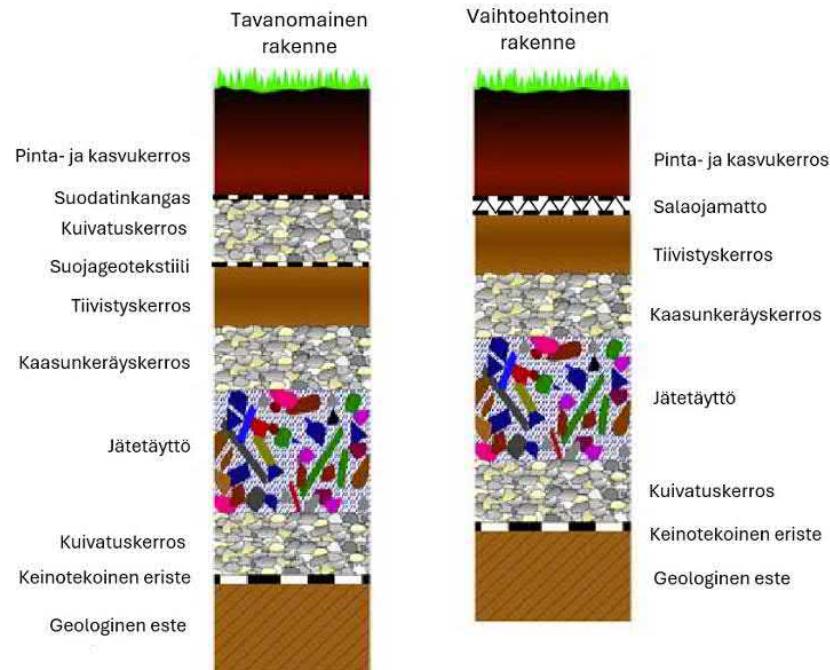
- Rakennustuotteiden päästöjä voidaan vertailla ympäristöselosteiden avulla
- Ympäristöselosteiden laadinta ISO14025 ja EN 15804:2012+A2:2019 -standardien mukaisesti



Kuva 32. Bentoniittimaton ympäristövaikutukset eri vaiheissa. Muokattu lähteestä (NAUE 2020)

Rakenteiden päästövertailu: kaatopaikan kuivatuskerros

- 69 % pienempi kokonaisvaikutus ilmastonmuutokseen
- 67 % pienemmät hiilidioksidipäästöt verrattuna mineraaliseen kuivatuskerrokseen

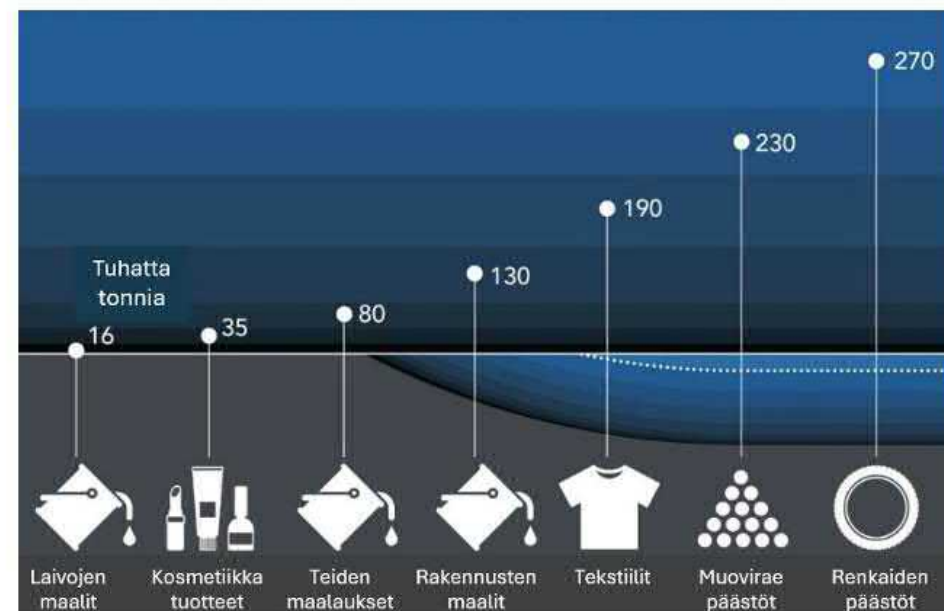


Kuva 34. Laskennassa tarkastellut kaatopaikan rakennevaihtoehdot. Muokattu lähteestä (EAGM 2020)



Mikromuovit

- Mikromuovit jaotellaan primäärisiin ja sekundäärisiin
 - Primääriset mikromuovit ovat valmiiksi pieninä partikkeleina päätyessään luontoon
 - Sekundääriset mikromuovit syntyvät suurempien muovituotteiden hajotessa pienempiin paloihin
- Merkittävä muovin päästölähde on muovin elinkaaren loppupäässä muodostuvat roskat
- Mikromuovien yksi merkittävä yksittäinen lähde on liikenteen päästöt



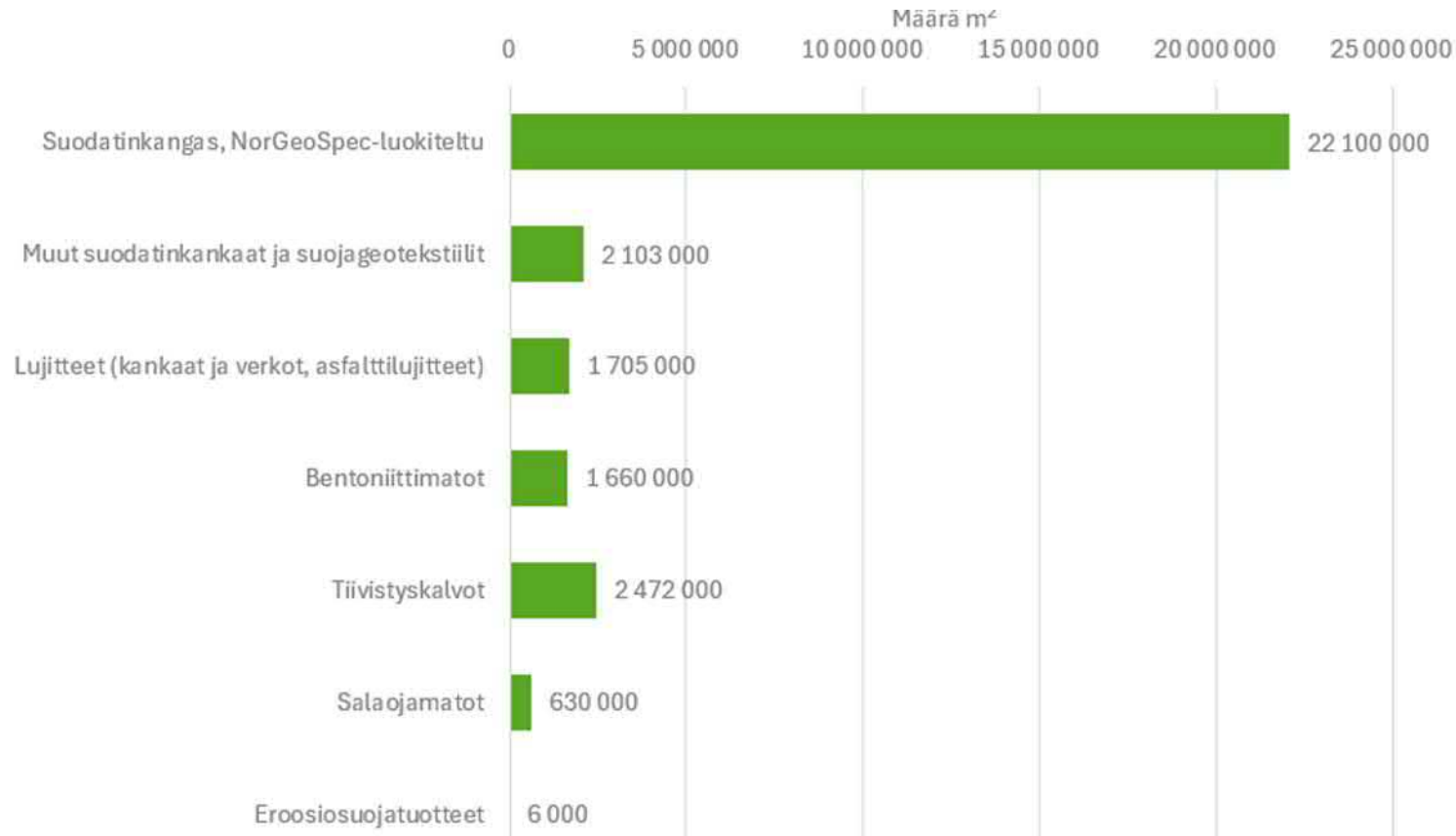
Kuva 38. Mereen päätyvät primäärit mikromuovit, 0,95 miljoonaa tonnia vuosittain. Muokattu lähteestä (Eunomia 2016).

Geosynteettien mikromuovit

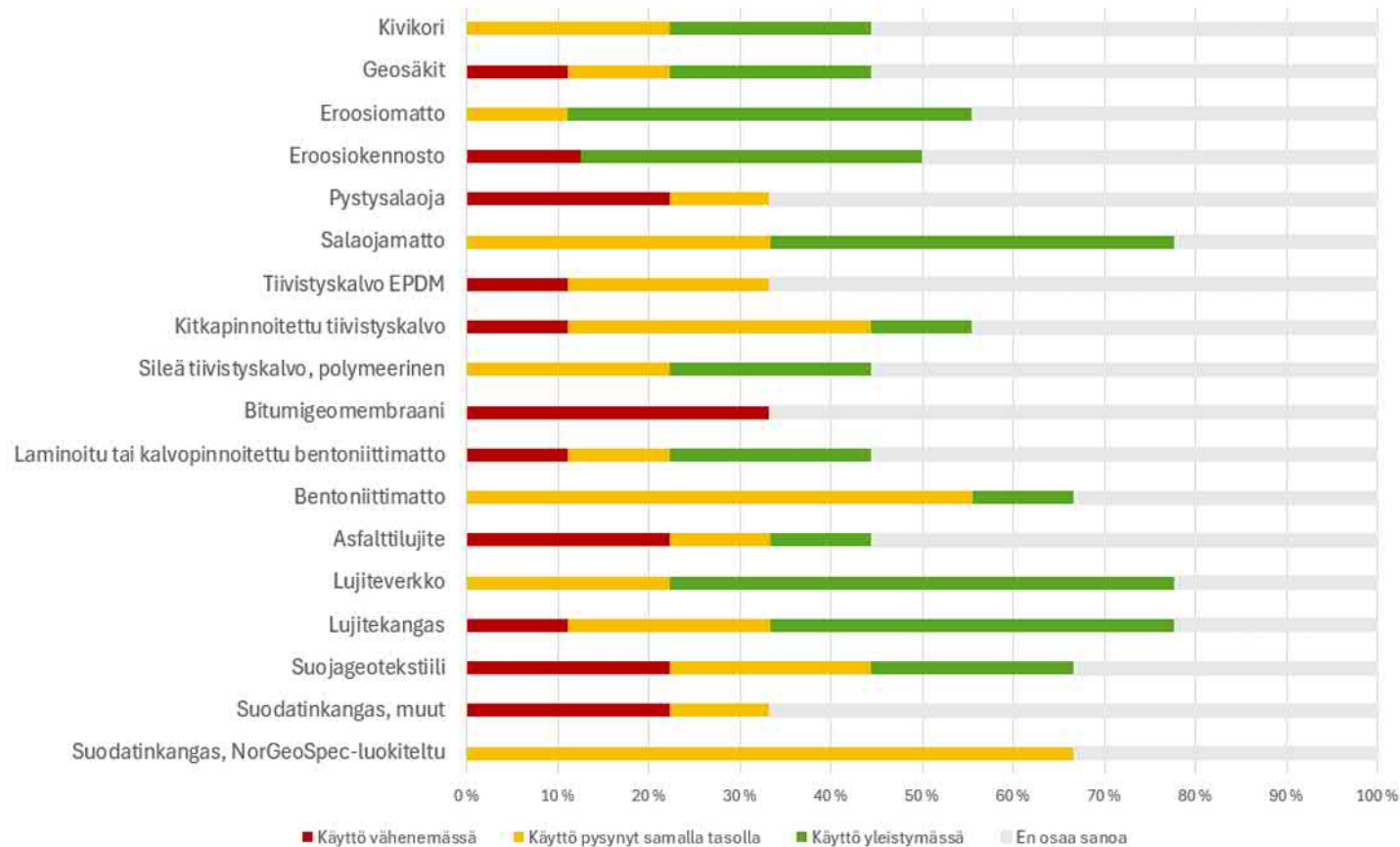
- Arvioita mikromuovipäästöistä on vähän
- Mikromuovipäästöt riippuvat siitä, kuinka paljon altistuu kuormitustekijöille käytön aikana
- Sopiva materiaali ja asianmukainen asentaminen edistävät geosynteettien onnistunutta käyttöä
- Välillisesti geosynteeteillä voidaan vähentää mikromuoveja, koska ne vaativat vähemmän kuljetuskapasiteettia maamateriaaleihin verrattuna



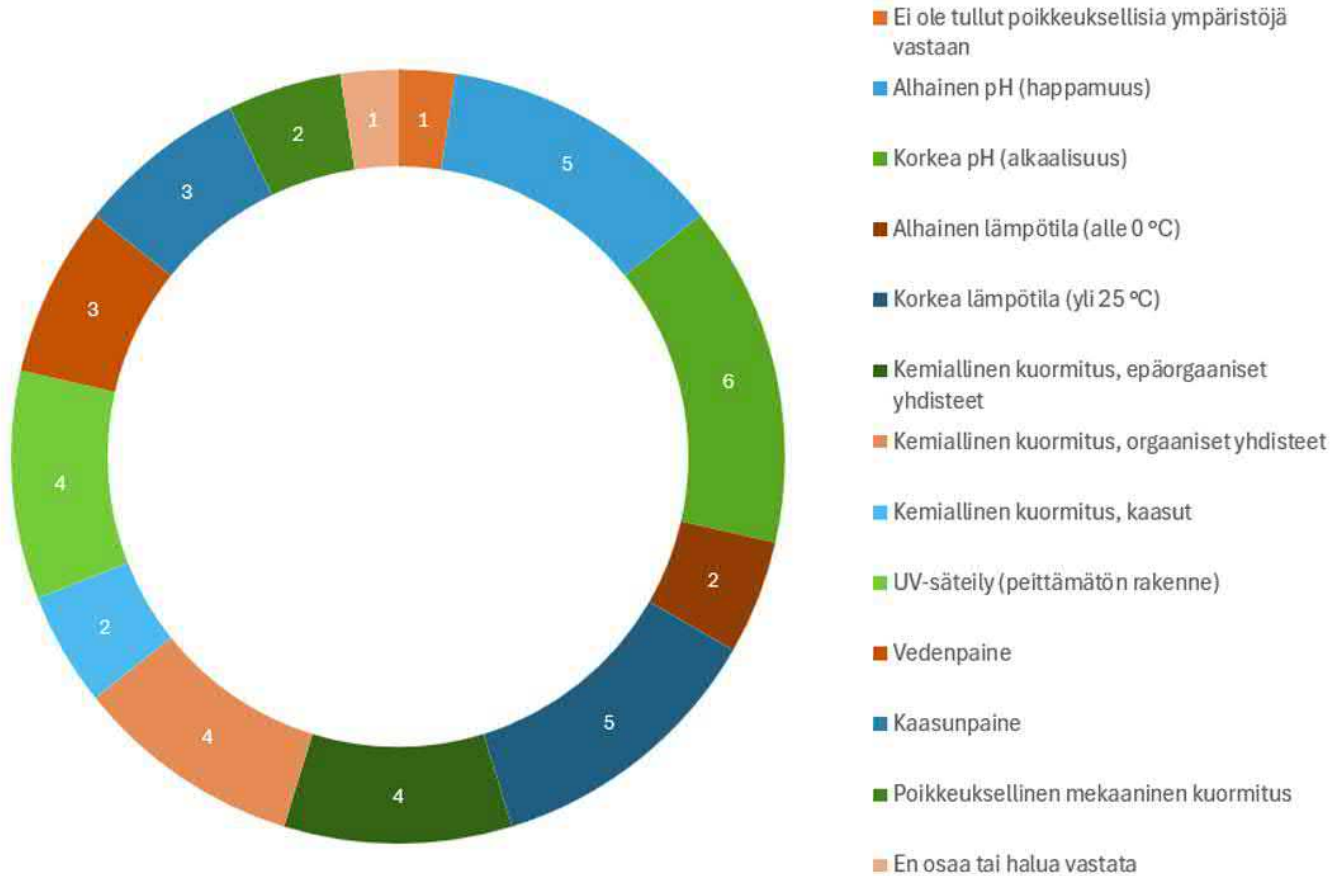
Kyselytutkimuksen tuloksia, ilmoitetut käyttömäärät



Tuotteiden käytön muuttuminen



Poikkeukselliset ympäristöt



Yhteenveto

- Käyttöympäristön mahdolliset kuormitustekijät otettava huomioon suunnittelussa
- Geosynteettisillä tuotteilla voidaan toteuttaa rakenneratkaisuja, joilla on pienemmät kasvihuonekaasupäästöt ja muut ympäristövaikutukset verrattuna tavanomaisiin rakenneratkaisuihin
- Geosynteettisten tuotteiden mikromuovipäästöt riippuvat siitä, kuinka paljon geosynteettinen tuote altistuu erilaisille kuormitustekijöille elinkaaren aikana
- Eniten käytetty geosynteettinen tuote Suomessa on NorGeoSpec-luokiteltu suodatinkangas



Kiitos!

Kysymyksiä?

SITOWISE.COM – ENGINEERING NORDIC RESILIENCE

SITOWISE